

Electrical pittingproof rolling bearing

Patent Number: ☐ US2001014545
Publication date: 2001-08-16
Inventor(s): ITO KENJI (JP); EGAMI MASAKI (JP)
Applicant(s):
Requested Patent: ☒ DE10064021
Application Number: US20000741432 20001221
Priority Number(s): JP19990365796 19991224; JP20000287168 20000921
IPC Classification: H01R39/00
EC Classification: F16C19/00, F16C19/52, F16C35/077
Equivalents: ☐ FR2802991, ☐ US6513986

Abstract

An electrical pittingproof rolling bearing having an insulating film is provided which is not creep-deformed under a bearing load even if used for a long time at high temperature and in which the bearing interference is stable with time under such severe use conditions. An insulating film formed on the surface of a bearing ring comprises a resin having a compression permanent strain of 2% or less under heating/pressurizing conditions in which a pressure of 20 MPa is applied for 24 hours at 120 C. Also, the insulating film is formed from a resin composition containing 30-80 vol % of a polyphenylene sulfide resin and 5-65 vol % of a polyamide-imide resin, and 5-50 vol % of insulating inorganic materials. Preferably, the insulating film is formed to cover at least one of the outer peripheral surface of the outer ring and the inner peripheral surface of the inner ring, and the side faces of at least one of the inner and outer rings

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 64 021 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 C 33/58

⑲ Aktenzeichen: 100 64 021.4
⑳ Anmeldetag: 21. 12. 2000
㉑ Offenlegungstag: 26. 7. 2001

DE 100 64 021 A 1

③① Unionspriorität:

11-365796 24. 12. 1999 JP
00-287168 21. 09. 2000 JP

⑦① Anmelder:

NTN Corp., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑦② Erfinder:

Ito, Kenji, Kuwana, Mie, JP; Egami, Masaki,
Kuwana, Mie, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager

⑤⑦ Es wird ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das einen isolierenden Film aufweist, bereitgestellt, das unter einer Lagerbelastung auch dann nicht kriechverformt wird, wenn es für einen langen Zeitraum bei hoher Temperatur verwendet wird und bei dem das Lager-Übermaß mit dem Ablauf der Zeit unter diesen strengen Verwendungsbedingungen stabil ist. Ein auf die Oberfläche eines Lagerringes aufgebracht isolierender Film umfasst ein Harz mit einer bleibenden Druckverformung von 2% oder weniger unter Erwärmungs/Druckbeaufschlagungs-Bedingungen, bei denen ein Druck von 20 MPa 24 h lang bei 120°C angelegt wird. Der isolierende Film wird außerdem hergestellt aus einer Harzzusammensetzung, die 30 bis 80 Vol.-% eines Polyphenylsulfidharzes und 5 bis 65 Vol.-% eines Polyamid-imid-Harzes und 5 bis 50 Vol.-% isolierende anorganische Materialien enthält. Vorzugsweise wird der isolierende Film so aufgebracht, dass er die äußere Umfangsoberfläche des äußeren Ringes und/oder die innere Umfangsoberfläche des inneren Ringes sowie die Seitenflächen mindestens eines der inneren und äußeren Ringe bedeckt.

DE 100 64 021 A 1

5 Diese Erfindung bezieht sich auf ein gegen Elektropitting (elektrolytische Lochfraßkorrosion) beständiges Wälzlager, das auf seiner Lagerring(Tragring)-Oberfläche einen isolierenden Film aufweist.

Bisher wurde bei Wälzlagern, beispielsweise Kugellagern, auf die Lagerring(Tragring)-Oberfläche ein Isolierfilm aufgebracht, um einen elektrischen Strom zu unterbrechen, der von außen in die Lagerringe (Tragringe) fließt, um so das zwischen den Lagerringen (Tragringen) und den Wälzkörpern entstehende elektrolytische Korrosionsphänomen zu verhindern (japanische Gebrauchsmuster-Publikation Nr. 2-85016).

10 Als gegen Elektropitting beständige Wälzlager, die einen solchen Isolierfilm aufweisen, ist in der japanischen Patentpublikation Nr. 3-277 818 ein solches beschrieben, das einen Film aus einem Polyphenylensulfidharz (nachstehend abgekürzt als PPS bezeichnet), das Glasfasern enthält, aufweist und in der japanischen Gebrauchsmuster-Publikation Nr. 5-89 953 ist ein solches beschrieben, bei dem ein thermoplastisches Harz, z. B. ein Polyamidharz oder PPS, als Überzugsmaterial verwendet wird.

15 Da sie einen Film aus einem Harz mit guten Isoliereigenschaften auf den Oberflächen ihrer Lagerringe (Tragringe) aufweisen, weisen sie somit eine stabile, gegen Elektropitting beständige Funktion auf. Da außerdem der Film auf den Lagerringen durch Spritzgießen integral geformt wird, wird eine gute Formbarkeit erzielt und der Film kann mit geringen Kosten auf die Lagerringe aufgebracht werden.

20 Wenn jedoch diese konventionellen, gegen Elektropitting beständigen Wälzlager bei einer hohen Temperatur von über 100°C für eine lange Zeitspanne verwendet werden, kann der Isolierfilm unter den Lagerbelastungen durch Kriechen verformt werden. Das heißt mit anderen Worten, es tritt das Problem auf, dass dann, wenn sie für eine lange Zeitspanne bei hoher Temperatur verwendet werden, die Interferenz (das Übermaß) des Lagers mit der Zeit abnimmt.

Beim Befestigen eines Lagers auf einer Welle oder in einem Gehäuse wird die Welle, auf welche die Drehkraft einwirkt, normalerweise durch "feste Passung" fixiert. Für eine solche "feste Passung" ist es erforderlich, der Passoberfläche zwischen dem Lagerring (Tragring) und der Welle oder dem Gehäuse ein Übermaß (Interferenz = Abstand zwischen den Passflächen) zu geben.

25 In allgemeinen beträgt das maximale Übermaß (Interferenz) 1/1000 oder weniger gegenüber dem Wellendurchmesser oder dem Lageraußendurchmesser. Wenn die Interferenz mit dem Ablauf der Zeit abnimmt, tritt eine relative Bewegung an der Lagerarretierungs-Oberfläche in radialer, axialer und Drehrichtung auf, sodass unerwünschte Probleme, beispielsweise ein Verschleiß der Paßoberflächen auftreten kann.

Eine Verminderung der Änderung des Übermaßes (der Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit durch Bildung eines Isolierfilms mit einer geringen Dicke ist theoretisch möglich. Es ist jedoch nicht leicht, einen Isolierfilm aus einem Harz mit einer Dicke von beispielsweise 0,2 mm in einer gleichmäßigen Dicke aufzubringen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass 35 aufgrund der hohen Schmelzviskosität des Harzes eine unzureichende Füllung des Harzes in einer Form verursacht werden kann. Wenn nämlich die Dicke des Isolierfilms 0,3 mm oder weniger beträgt, neigt er zum Reißen und das Aufbringen desselben in einer einheitlichen Dicke ist schwierig. Es war daher in der Praxis unmöglich, eine Änderung des Übermaßes (der Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit durch Dünnerwerden des Isolierfilms zu unterdrücken.

40 Als Beispiel für gegen Elektropitting beständige Wälzlager, die für eine lange Zeitspanne unter hohen Belastungen verwendet werden, gibt es, wie in Fig. 4 dargestellt, gegen Elektropitting beständige Wälzlager 12, 13, die in Verbindung mit einem Motor 11 eines Elektroschienenfahrzeugs und seiner Drehkraftübertragungs-Vorrichtung verwendet werden. Wälzlager, die für diesen Zweck geeignet sind, sind erwünscht.

Außerdem ist es durch Zugabe von Glasfasern zu PPS, bei dem es sich um ein Material handelt, das den isolierenden Film bildet, möglich, die Kriechfestigkeit des Isolierfilms zu verbessern. Es war jedoch unmöglich, die Kriechfestigkeit 45 bei einem Glasfasergehalt, der ausreicht, um die Spritzformbarkeit aufrechtzuerhalten, in ausreichendem Maße zu verbessern.

Da PPS ein Harz mit einem Glasumwandlungspunkt (Tg) von etwa 90°C ist, wird bei einer höheren Temperatur als der Tg von PPS außerdem die Haltbarkeit des Lagers, das eine PPS-Zusammensetzung aufweist, schlechter.

50 Ein Ziel dieser Erfindung ist es, ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitzustellen, das eine gute Kriechfestigkeit des Isolierfilms aufweist, der auf die Lagerring(Tragring)-Oberfläche aufgebracht ist, sodass selbst unter Hochtemperatur- und Hochlast-Bedingungen das Übermaß (die Interferenz) des Lagers mit dem Ablauf der Zeit stabil ist und dieses sich glatt dreht.

Ein weiteres Ziel dieser Erfindung besteht darin, ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitzustellen, bei dem selbst dann, wenn es bei einer hohen Temperatur für eine lange Zeitspanne oberhalb des Glasumwandlungspunktes 55 von PPS verwendet wird, sein Isolierfilm unter der Lagerbelastung nicht durch Kriechen langsam verformt wird und das Übermaß (die Interferenz) des Lagers mit dem Ablauf der Zeit stabil ist und das sich glatt dreht. Ein weiteres Ziel dieser Erfindung besteht darin, ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitzustellen, das über eine lange Zeitspanne unter hoher Belastung verwendet werden kann und das zusammen mit einer Vorrichtung zur Übertragung der Drehkraft eines Motors eines Elektroschienenfahrzeugs verwendet werden kann.

60

Zusammenfassung der Erfindung

65 Um ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager zur Verfügung zu stellen, bei dem die Lager-Interferenz mit dem Ablauf der Zeit stabil ist, wird erfindungsgemäß ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitgestellt, das Lagerringe (Tragringe) aufweist, wobei das Wälzlager einen isolierenden Film auf der Oberfläche des Lagerringes (Tragringes) aufweist, das dadurch gekennzeichnet ist, dass der isolierende Film ein Harz umfasst, das unter den Erwärmungs-/Druckbeaufschlagungs-Bedingungen, bei denen ein Druck von 20 MPa 24 h lang bei 120°C angelegt wird, eine bleibende Druckverformung von 2% oder weniger aufweist.

Durch Aufbringen des isolierenden Films aus einem Harz, das unter vorgegebenen Erwärmungs/Druckbeaufschlagungs-Bedingungen eine bleibende Druckverformung von 2% oder weniger aufweist, wird ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager zur Verfügung gestellt, in dem das Übermaß (die Interferenz) des Lagers mit dem Ablauf der Zeit ausreichend stabil ist. Selbst wenn es wiederholt hohen Temperaturen ausgesetzt wird, ändert sich somit die Größe des Zwischenraums zwischen der äußeren Umfangs-Oberfläche und dem Gehäuse nicht und die Arretierungsbolzen für einen Ring die verhindern, dass das Lager herausrutscht, lockern sich nicht, sodass das Übermaß (die Interferenz) des Lagers mit dem Ablauf der Zeit stabil ist. Auf diese Weise wird ein glattes Rotieren des gegen Elektropitting beständigen Lagers gewährleistet.

Umgekehrt kann es dann, wenn der isolierende Film aus einem Harz hergestellt ist, das eine bleibende Druckverformung von mehr als 2% aufweist, erforderlich sein, den isolierenden Film ziemlich dick zu machen oder es kann ein Rattern auftreten als Folge einer Änderung des Übermaßes (der Interferenz) des Lagers, sodass sich ein Verschleiß auf der Paßoberfläche entwickeln kann.

Außerdem wird bei einem gegen Elektropitting beständigen Wälzlager, das einen isolierenden Film auf einer Lager-ring(Tragring)-Oberfläche aufweist, zur Lösung des Problems, dass der isolierende Film aus einem PPS-Harz sich verformt, wenn er über einen langen Zeitraum hinweg bei einer hohen Temperatur oberhalb des Glasumwandlungspunktes des PPS-Harzes verwendet wird, erfindungsgemäß der isolierende Film aus einer Harzzusammensetzung gebildet, die 30 bis 80 Vol.-% Polyphenylensulfidharz (PPS) und 5 bis 65 Vol.-% Polyamidimid-Harz enthält.

Ein Wälzlager, das einen isolierenden Film aus einer Harzzusammensetzung aufweist, der PPS und ein Polyamidimidharz zugesetzt worden sind, ist in Bezug auf die Kriechfestigkeit insbesondere bei hoher Temperatur einem konventionellen isolierenden Film auf PPS-Basis überlegen. Es wird somit ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitgestellt, in dem das Übermaß (die Interferenz) des Lagers mit dem Ablauf der Zeit ausreichend stabil ist.

Bei einem Wälzlager, das einen isolierenden Film aus einer Harzzusammensetzung aufweist, der ein Polyamidimidharz in einer vorgegebenen Menge zugesetzt worden ist, weist die Harzzusammensetzung eine Spritzgieß-Fließfähigkeit im geschmolzenen Zustand auf. Es ist somit möglich, einen isolierenden Film auf dem erforderlichen Abschnitt des Lagers zu erzeugen. Eine wirksame Herstellung ist somit möglich.

Erfindungsgemäß wird auch ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager mit Lagerringen (Tragringen) bereitgestellt, das einen isolierenden Film auf der Oberfläche des Lagerringes (Tragringes) aufweist und dadurch gekennzeichnet ist, dass der isolierende Film aus einer Harzzusammensetzung hergestellt ist, die 30 bis 80 Vol.-% eines Polyphenylensulfidharzes, 5 bis 65 Vol.-% eines Polyamidimidharzes und 5 bis 50 Vol.-% isolierende anorganische Materialien enthält.

Ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das einen isolierenden Film aus einer PPS-Harzzusammensetzung aufweist, der 5 bis 50 Vol.-% eines isolierenden anorganischen Materials zugesetzt worden sind, ist insbesondere verbessert in Bezug auf die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur. Außerdem ist das Übermaß (die Interferenz) des Lagers ausreichend stabil mit dem Ablauf der Zeit.

Bei dem erfindungsgemäßen gegen Elektropitting beständigen Wälzlager ist der isolierende Film so aufgebracht, dass er mindestens die äußere Umfangsoberfläche des äußeren Ringes und/oder die innere Umfangsoberfläche des inneren Ringes sowie die Seitenflächen mindestens eines der inneren und äußeren Ringe bedeckt.

Wenn ein solches gegen Elektropitting beständiges Wälzlager in einem Motor eines Elektroschienenfahrzeugs oder in einem Mechanismus zur Übertragung seiner Drehkraft oder in beiden verwendet wird, treten selbst dann, wenn ein Strom durch die Rotationswelle des Motors fließt, keine Kriechverluste an die Schienen oder Metallteile auf, die einen anderen Drehkraftübertragungs-Mechanismus bilden. Somit wird ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager bereitgestellt, das eine zuverlässige Beständigkeit gegen Elektropitting (elektrolytische Lochfraßkorrosion) aufweist.

Das erfindungsgemäße gegen Elektropitting beständige Wälzlager wird in einem Motor eines Elektroschienenfahrzeugs oder in seiner Drehkraftübertragungs-Mechanismus verwendet.

Weitere Merkmale und Ziele der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 stellt eine Schnittansicht dar, die zeigt, wie ein Wälzlager gemäß einer Ausführungsform der Erfindung an einem Gehäuse befestigt ist;

Fig. 2 stellt eine Schnittansicht des isolierenden Films dar, der die äußere Ringoberfläche des Wälzlagers bedeckt;

Fig. 3 stellt ein Diagramm dar, das die Beziehung zwischen dem Übermaß (der Interferenz) der Wälzlager gemäß den Beispielen und Vergleichsbeispielen und der Zeit, während der sie bei hoher Temperatur stehen gelassen wurden, zeigt; und

Fig. 4 zeigt eine erläuternde Ansicht eines Abschnitts eines Elektroschienenfahrzeugs, die zeigt, wie das gegen Elektropitting beständige Wälzlager verwendet wird.

Detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Ausführungsform ist ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, bei dem ein isolierender Film 4 durch Spritzgießen auf eine Oberfläche der Lagerringe (Tragringe) aufgebracht worden ist, die einen inneren Ring 1 und einen äußeren Ring 2 umfassen. Es handelt sich um ein zylindrisches Wälzlager, in dem die äußere Oberfläche (die äußere Umfangsoberfläche und die Seitenflächen) des äußeren Ringes 2 und die Umfangsrillen 3 und 3' hergestellt werden durch maschinelle Bearbeitung und ein isolierender Film 4 mit einer einheitlichen Dicke durch Spritzgießen so aufgebracht wird, dass er die Oberfläche bedeckt.

Wie in Fig. 2 dargestellt, weist der isolierende Film 4, bei dem es sich um ein ringartiges Spritzguß-Element handelt, auf seinem inneren Umfang Rippen 5 oder ringförmige Rippen 5' auf, die jeweils in die Umfangsrillen 3, 3' des äußeren Ringes 2 passen, um eine Verschiebung des isolierenden Films 4 in axialer und radialer Richtung zu verhindern. In der Figur bezeichnen die Bezugsziffern 6 "Walzen" als Wälzkörper, 7 ein Gehäuse, 8 und 9 Rückhalte-Einrichtungen und 10 einen Ring, der verhindert, dass das Lager herausrutscht.

Der Gegenstand, auf den der isolierende Film aufgebracht werden soll, kann sein der innere Ring 1 und/oder der äußere Ring 2. Vorzugsweise wird er so aufgebracht, dass er die äußere Umfangsoberfläche des äußeren Ringes und/oder die innere Umfangsoberfläche des inneren Ringes sowie die Seiten mindestens eines der inneren und äußeren Ringe bedeckt. Was die Art des Lagers angeht, so ist es verwendbar als Kugellager, als Walzenlager, als Radiallager und als Axiallager (Drucklager).

Das gegen Elektropitting beständige Wälzlager, das mit einem solchen isolierenden Film versehen ist, wird an den erforderlichen Abschnitten eines Drehkraft-Übertragungs-Mechanismus, beispielsweise den Wälzlager 12, 13 verwendet, um die rotierende Welle eines Motors 11 eines Elektroschienenfahrzeugs aufzunehmen, wie in der Fig. 4 dargestellt. Die Ziffer 14 in der Fig. 4 zeigt eine Achse, die Ziffern 15 und 16 stehen für Getriebe und die Ziffer 17 steht für ein Rad.

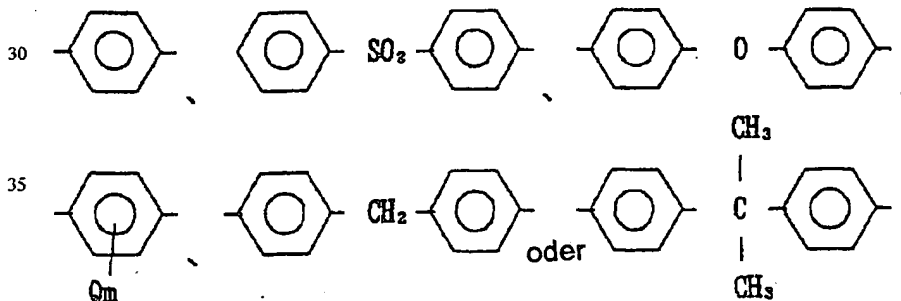
Nachstehend wird das wärmebeständige Harzmaterial, das den erfindungsgemäßen Isolierfilm bildet, beschrieben. Wie weiter unten angegeben, kann als Harzmaterial für die Bildung des Isolierfilms neben PPS ein Polyamidimidharz (nachstehend abgekürzt als PAI bezeichnet), ein aromatisches Polyetherketonharz, ein Polycyanoetherharz, ein thermoplastisches Polyimidharz und dgl. verwendet werden. Der Gehalt desselben sollte 30 bis 80 Vol.-% betragen aus den gleichen Gründen wie nachstehend für PPS beschrieben.

Das als Material zur Bildung des erfindungsgemäßen Isolierfilms verwendete PPS wird durch die folgende chemische Formel 1 ausgedrückt:

Formel 1

25 $-(\text{Ph-S})_n$

worin -Ph- steht für

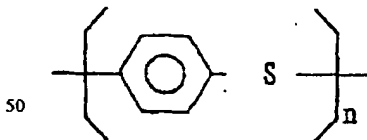


Q steht für Halogen wie F, Cl, Br oder CH_3 und

m steht für eine ganze Zahl von 1 bis 4.

Ein besonders typisches PPS ist ein solches, das durch die folgende chemische Formel 2 ausgedrückt wird:

Formel 2

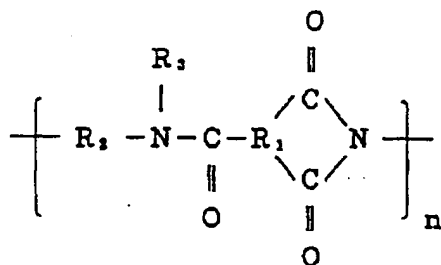


Dieses Harz wird im Handel vertrieben unter dem Warenzeichen "RYTON" von der Firma Philips Petroleum, USA. Sein Herstellungsverfahren ist in dem US-Patent Nr. 3 354 129 beschrieben. Nach diesem Patent wird es hergestellt durch Umsetzung von p-Dichlorobenzol mit Natriumdisulfid unter Druckbedingungen bei 160 bis 250°C in N-Methylpyrrolidon als Lösungsmittel. Da es möglich ist, solche mit unterschiedlichen Polymerisationsgraden herzustellen aus solchen ohne jede Vernetzung bis zu solchen mit einer partiellen Vernetzung, indem man sie nachträglichen Wärmebehandlungsstufen unterwirft, ist es möglich, ein solches willkürlich auszuwählen und zu verwenden, das eine Schmelzviskosität aufweist, die für das verwendete Lösungsmittel geeignet ist. Außerdem kann das erfindungsgemäß verwendete PPS geradkettig sein, das keine vernetzte Struktur annimmt.

Der Gehalt an PPS, das den Isolierfilm bildet, sollte 30 bis 80 Vol.-% betragen. Wenn der Gehalt weniger als 30 Vol.-% beträgt, ist es schwierig, das beste aus den dem PPS eigenen Isolier-Eigenschaften und Formbarkeit zu machen, und wenn sein Gehalt mehr als 80 Vol.-% beträgt, ist es unmöglich, die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur durch Verwendung anderer Komponenten zu verbessern.

Das erfindungsgemäß verwendete Polyamidimidharz (nachstehend abgekürzt als PAI bezeichnet) wird durch die chemische Formel 3 ausgedrückt. Das erfindungsgemäß verwendete PAI kann ein Copolymer mit einer Verbindung sein, die weitere Amid-Bindungen enthält.

Formel 3



worin bedeuten:

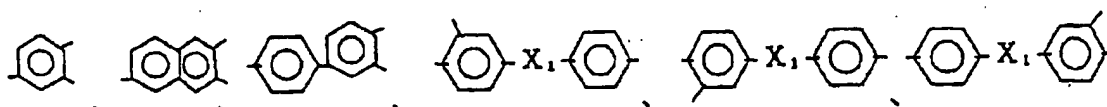
R₁ eine trivalente aromatische Gruppe, die mindestens einen Benzolring enthält,

R₂ eine bivalente organische Gruppe und

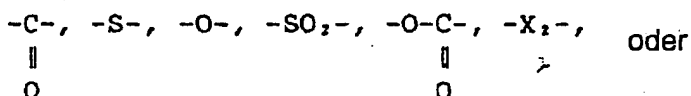
R₃ Wasserstoff, eine Methylgruppe oder eine Phenylgruppe.

R₁ in der chemischen Formel 3 ist vorzugsweise ein solches der chemischen Formel 4

Formel 4

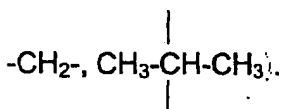


worin X₁ steht für



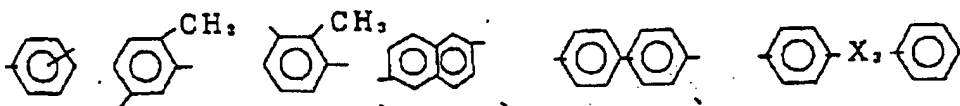
-O-X₂- und

X₂ steht für eine gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen wie

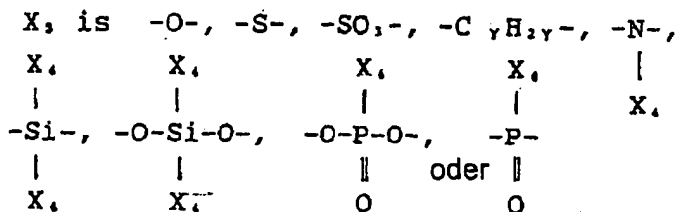


R₂ in der chemischen Formel 3 kann für -(CH₂)_m- stehen, worin m eine gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffgruppe mit 4 bis 12 Kohlenstoffatomen ist, oder es kann ausgedrückt werden durch die chemische Formel 5

Formel 5



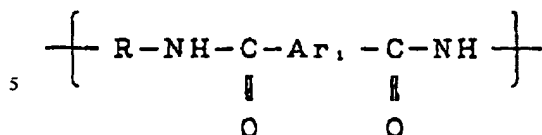
worin X₃ steht für



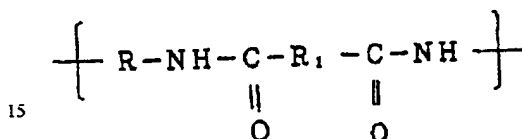
In den allgemeinen Formeln der Gruppen, die in der chemischen Formel 5 angegeben sind, steht Y für eine ganze Zahl von 1 bis 3, X₄ steht für eine aliphatische Kohlenwasserstoffgruppe oder eine aromatische Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen.

Außerdem ist es bevorzugt, diese PAI-Harze mit Einheiten zu copolymerisieren, welche die folgenden Strukturen aufweisen, weil dadurch die Kompatibilität mit PPS und das Schmelzfließvermögen verbessert werden.

Formel 6

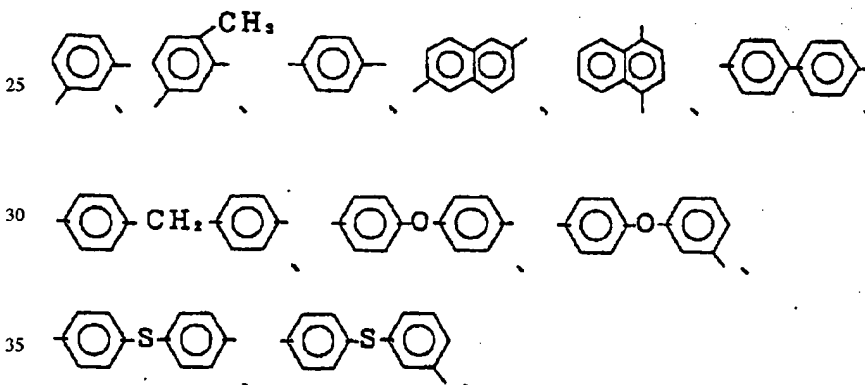


Formel 7



Ar₁ in der chemischen Formel 6 steht für eine bivalente aliphatische Gruppe und als spezifische Beispiele dafür können diejenigen der chemischen Formel 8 genannt werden:

Formel 8



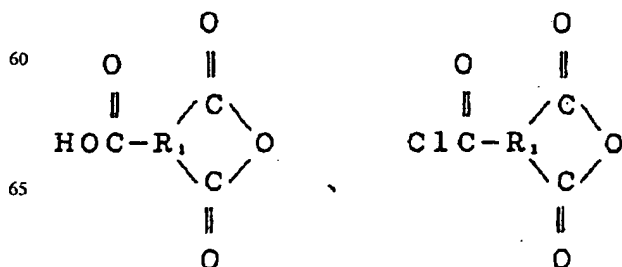
R₁ in der chemischen Formel 7 steht für eine divalente aliphatische Gruppe wie $-(\text{CH}_2)_m-$, besonders bevorzugt für eine, in der $m = 2-12$ und ganz besonders bevorzugt für eine, in der $m = 4-12$.

Das Copolymer, das die durch die chemische Formel 3 dargestellte Struktur und die durch die chemische Formel 6 dargestellte Struktur umfasst, enthält vorzugsweise 10 bis 70 Mol-% der erstgenannten und 90 bis 30 Mol-% der letztgenannten.

Das Copolymer, das die durch die chemische Formel 3 dargestellte Struktur und die durch die chemische Formel 7 dargestellte Struktur umfasst, enthält vorzugsweise 10 bis 50 Mol-% der ersteren und 90 bis 50 Mol-% der letzteren. Das Copolymer, das die durch die chemische Formel 3, die durch die chemische Formel 6 und die durch die chemische Formel 7 dargestellten Strukturen umfasst, enthält 10 bis 70 Mol-% der erstgenannten Struktur, 1 bis 89 Mol-% der zweitgenannten Struktur und 1 bis 70 Mol-% der dritngenannten Struktur. Was die Anordnung jeder Struktur in diesen Copolymeren angeht, so kann sie sein eine Random-, Block- und alternierende Struktur.

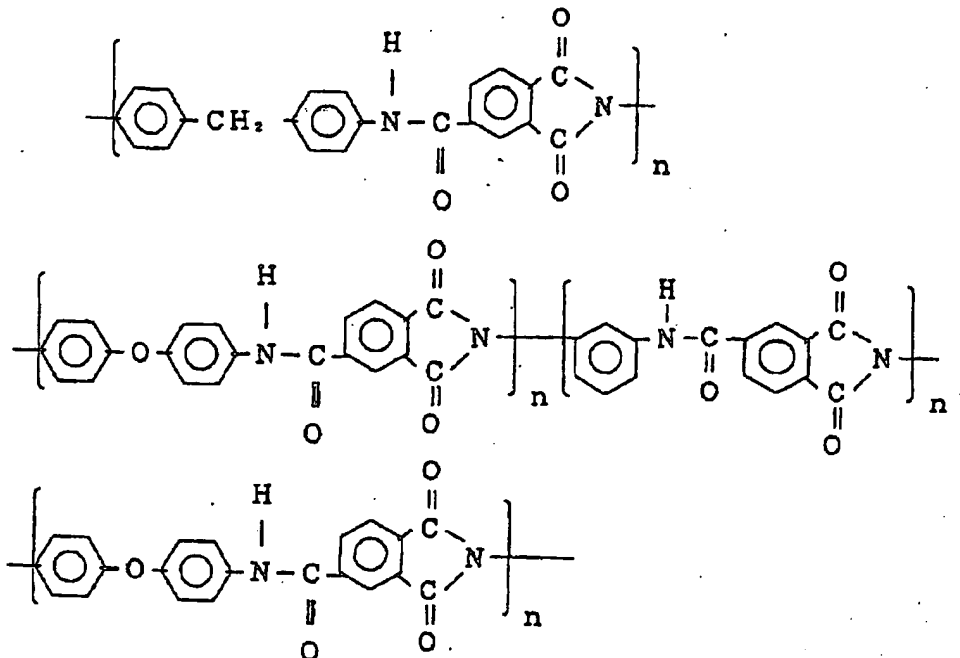
Das Herstellungsverfahren für dieses PAI ist in dem US-Patent Nr. 3 625 911 beschrieben. So werden beispielsweise ein aromatisches Tricarbonsäureanhydrid, ausgedrückt durch die chemische Formel 9, oder sein Derivat und ein organisches Diamin, ausgedrückt durch $\text{H}_2\text{N}-\text{R}_2-\text{NH}_2$, $\text{OCN}-\text{R}_2-\text{NCO}$ (worin R₂ das gleiche ist wie für die chemische Formel 3 oder 4 angegeben) oder sein Derivat, in einem polaren organischen Lösungsmittel wie Dimethylacetamid, Dimethylformamid oder N-Methylpyrrolidon bei einer vorgegebenen Temperatur für eine vorgegebene Zeitspanne miteinander umgesetzt zur Herstellung einer Polyamidsäure und letztere wird durch Erhitzen oder unter Anwendung irgendeines anderen Verfahrens in einen imidierten Zustand überführt.

Formel 9



Als PAI, das nach diesem Verfahren hergestellt worden ist, kann ein solches der chemischen Formel 10 genannt werden und als sein handelsübliches Produkt kann Torlon, hergestellt von der Firma AMOCO Performance Products, Inc., USA, genannt werden.

Formel 10



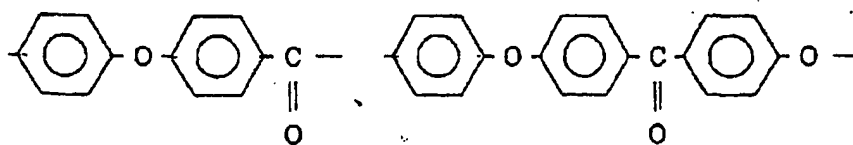
Da das nach dem oben genannten Verfahren erhaltene PAI eine schlechte Schmelzfließfähigkeit aufweist, ist es zur Herstellung eines PAI mit einer verbesserten Fließfähigkeit bevorzugt, es aus einem aromatischen Tricarbonsäureanhydrid und Diisocyanat herzustellen. Außerdem ist es bei der Polymerisation bevorzugt, die Reaktion unter solchen Bedingungen durchzuführen, dass die Amidierung und die Imidierung stufenweise fortschreiten, wie in der japanischen Patentpublikation Nr. 6-322 060 beschrieben.

Zur Verbesserung der Kompatibilität von PAI und PPS kann außerdem ein Vorläufer eines Polyamidimids verwendet werden oder es kann eine Isocyanat-Verbindung als dritte Komponente zugegeben werden.

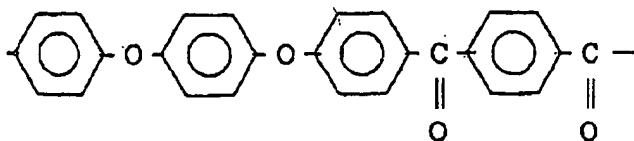
Der Gehalt an PAL, das den Isolierfilm bildet, sollte 5 bis 65 Vol.-% betragen. Wenn er weniger als 5 Vol.-% beträgt, ist es unmöglich, die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur in ausreichendem Maße zu verbessern. Wenn er mehr als 65 Vol.-% beträgt, ist es schwierig, die Isoliereigenschaften und die Formbarkeit des PPS als weitere Komponente auszunutzen und die Fließfähigkeit im geschmolzenen Zustand nimmt ab, sodass das Spritzgießen schwierig wird.

Bei dem aromatischen Polyetherketonharz (nachstehend abgekürzt als PEK), das erfindungsgemäß verwendet wird, handelt es sich um ein Copolymer, das eine der wiederkehrenden Einheiten, ausgedrückt durch die chemische Formel 11 umfasst, oder um ein Copolymer, das erhalten wird durch Polymerisieren einer wiederkehrenden Einheit, ausgedrückt durch die chemische Formel 11, mit einer wiederkehrenden Einheit, ausgedrückt durch die chemische Formel 12, sodass die dem PEK eigenen Eigenschaften nicht verloren gehen.

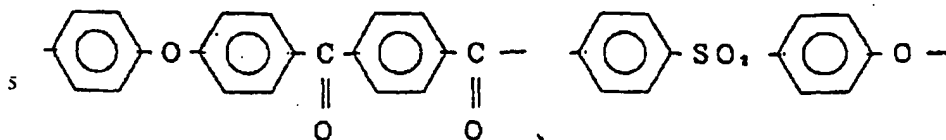
Formel 11



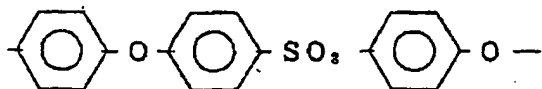
oder



Formel 12



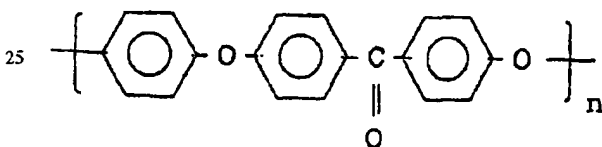
10



15

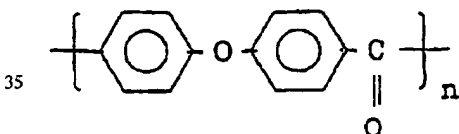
Als handelsübliche Produkte von PEK können PEEK (hergestellt von der Firma VICTREX), ausgedrückt durch die chemische Formel 13, PEK (hergestellt von der Firma VICTREX), ausgedrückt durch die chemische Formel 14, oder Ultraprak (hergestellt von der Firma BASF), ausgedrückt durch die chemische Formel 15, genannt werden. Neben diesen im Handel erhältlichen Produkten können sie unter Anwendung eines allgemein bekannten Verfahrens hergestellt werden, wie es beispielsweise in der japanischen Patentpublikation Nr. 54-90 296 beschrieben ist.

Formel 13



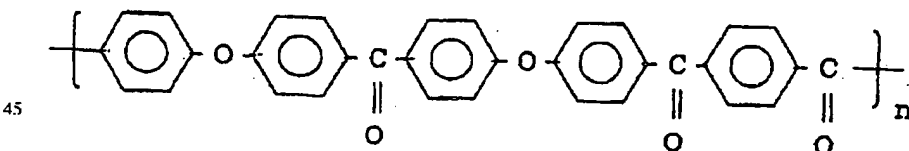
30

Formel 14



40

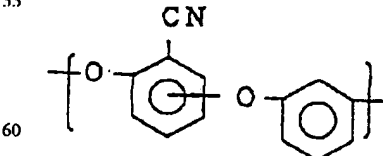
Formel 15



Bei dem Polycyanoarylether-Harz (nachstehend abgekürzt als PEN bezeichnet), das erfindungsgemäß verwendet wird, handelt es sich um ein Polymer, das umfasst eine wiederkehrende Einheit, ausgedrückt durch die chemische Formel 16, oder um ein Polymer, in dem wiederkehrende Einheiten, ausgedrückt durch die chemische Formel 17, in einem Mengenanteil von etwa 20 Mol-% oder weniger zusammen mit wiederkehrenden Einheiten, ausgedrückt durch die chemische Formel 16, vorliegen, sodass die dem PEN eigenen Eigenschaften nicht verloren gehen.

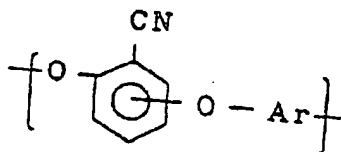
Formel 16

55

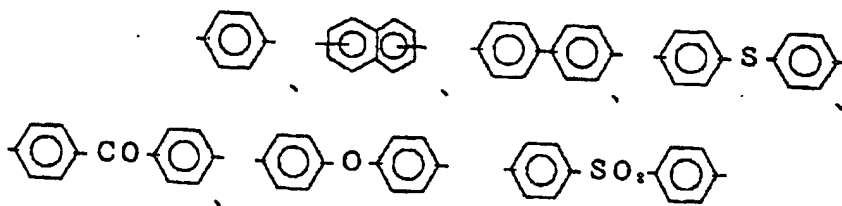


65

Formel 17



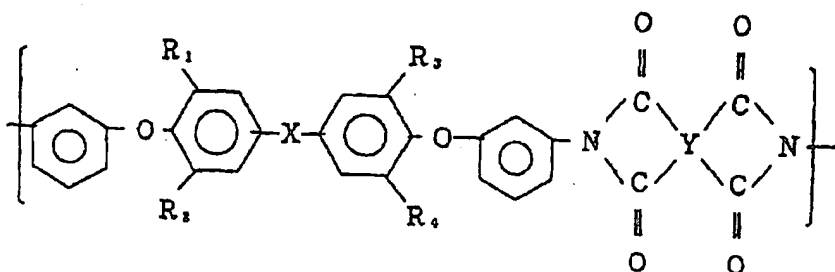
worin Ar steht für eine Arylgruppe, wie z. B.



Dieses PEN ist vorzugsweise ein solches mit einer reduzierten Viskosität (η_{sp}/C) von 0,3 g/dl oder darüber bei 60°C in einer Lösung mit einer Konzentration von 0,2 g/dl mit p-Chlorophenol als Lösungsmittel. Diese PEN-Produkte sind im Handel erhältlich von der Firma IDEMITSU KOSAN als Polyethernitril (ID 300). Das Verfahren zur Herstellung von PEN ist in der japanischen Patentpublikation Nr. 63-3059 beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäß verwendeten thermoplastischen Polyimid-Harz handelt es sich um ein Polymer mit einer wiederkehrenden Einheit, ausgedrückt durch die chemische Formel 18, das erhalten wurde durch Cyclodehydrieren einer Polyamidsäure, die hergestellt wurde durch Verwendung eines Etherdiamins, ausgedrückt durch die chemische Formel 19, als Diamin-Komponente, und Umsetzung des Diamins mit einer oder mehreren Arten von Tetracarbonsäuredianhydrid. Unter ihnen besonders typisch ist ein Vertreter, worin R_1 - R_4 alle Wasserstoffatome darstellen, im Handel erhältlich unter dem Warenzeichen "AURUM" von der Firma Mitsui Chemical. Das Verfahren zu seiner Herstellung ist in den japanischen Patentpublikationen Nr. 61-143 478, 62-68 817, 62-86 021 und dgl. beschrieben.

Formel 18



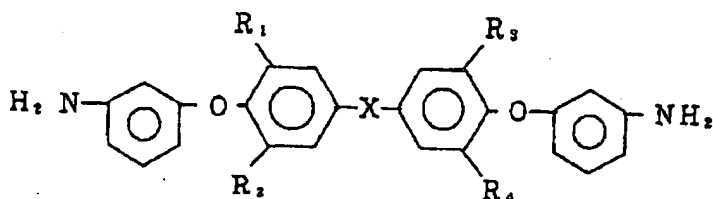
In der obigen Formel bedeuten:

X eine Gruppe, ausgewählt aus der Gruppe, die besteht aus einer direkten Bindung, einer Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, einer hexafluorierten Isopropylidengruppe, einer Carbonylgruppe, einer Thiogruppe und einer Sulfonsäuregruppe;

R_1 - R_4 , die gleich oder voneinander verschieden sein können, Wasserstoff, eine niedere Alkylgruppe mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen, eine niedere Alkoxygruppe mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen, Chlorid oder Brom;

Y eine quadrivalente Gruppe, ausgewählt aus der Gruppe, die besteht aus einer aliphatischen Gruppe mit 2 oder mehr Kohlenstoffatomen, einer cycloaliphatischen Gruppe, einer monocyclischen aromatischen Gruppe und nicht-kondensierten polycyclischen aromatischen Gruppen, die aromatische Gruppen aufweisen, die direkt oder mittels eines Verbindungselements miteinander gekoppelt sind.

Formel 19



Da das thermoplastische Polyimidharz eine Thermoplastizität aufweist bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der dem Polyimidharz eigenen Wärmebeständigkeit, kann es verhältnismäßig leicht durch Formpressen, Spritzgießen, Extrusionsformen oder unter Anwendung eines anderen Schmelzformverfahrens geformt werden.

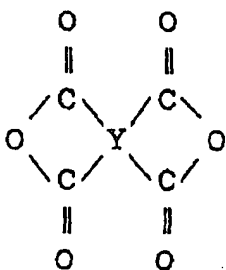
Als spezifische Beispiele für das Diamin, ausgedrückt durch die chemische Formel 19, können die folgenden genannt werden: Bis[4-(3-aminophenoxy)-phenyl]methan, 1,1-Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]ethan, 1,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]ethan, 2,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]propan, 2-[4-(3-Aminophenoxy)phenyl]-2-[4-(3-aminophenoxy)-3-methylphenyl]propan, 2,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)-3-methylphenyl]propan, 2-[4-(3-Aminophenoxy)phenyl]-2-[4-(3-aminophenoxy)-3,5-dimethylphenyl]propan, 2,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)-3,5-dimethylphenyl]propan, 2,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]butan, 2,2-Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]-1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan, 4,4'-Bis(3-aminophenoxy)biphenyl; 4,4'-Bis(3-aminophenoxy)-3-methylbiphenyl; 4,4'-Bis(3-aminophenoxy)-3,3'-dimethylphenyl; 4,4'-Bis(3-aminophenoxy)-3,5-dimethylbiphenyl; 4,4'-Bis(3-aminophenoxy)-3,3',5,5'-tetramethylbiphenyl; Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]keton, Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]sulfid, Bis[4-(3-aminophenoxy)phenyl]sulfon und dgl.

Sie können einzeln verwendet werden oder zwei oder mehr derselben können miteinander gemischt werden.

Es können auch andere Diamine zugegeben werden durch Einmischen in einem solchen Bereich, dass das Schmelzfließvermögen des thermoplastischen Polyimidharzes nicht beeinträchtigt wird. Als verwendbare Dimethylamine können beispielsweise genannt werden m-Aminobenzylamin, p-Aminobenzylamin, 3,3'-Diaminodiphenylether, 3,4'-Diaminodiphenylether, 4,4'-Diaminodiphenylether, 3,3'-Diaminodiphenylsulfid, 3,4'-Diaminodiphenylsulfid, 4,4'-Diaminodiphenylsulfid, 3,3'-Diaminodiphenylsulfon, 3,4'-Diaminodiphenylsulfon, 4,4'-Diaminodiphenylsulfon, 3,3'-Diaminobenzophenon, 3,4'-Diaminobenzophenon, 4,4'-Diaminobenzophenon, 1,3-Bis(3-aminophenoxy)benzol, 1,3-Bis(4-aminophenoxy)benzol, 1,4-Bis(3-aminophenoxy)benzol, 1,4-Bis(4-aminophenoxy)benzol, 2,2-Bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]propan, 4,4'-Bis(4-aminophenoxy)biphenyl, 4,4'-Bis(4-aminophenoxy)keton, Bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]sulfid und Bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]sulfon. Diese Diamine können verwendet werden durch Zumischen in einer Menge von 30% oder weniger und vorzugsweise von 5% oder weniger.

Das thermoplastische Polyimidharz, das erfindungsgemäß besonders bevorzugt verwendet wird, wird erhalten durch Umsetzung des oben genannten Diamins mit einem Tetracarbonsäuredianhydrid in einem organischen Lösungsmittel und Cyclodehydrieren. Bei der zuletzt genannten Komponente handelt es sich um ein Tetracarbonsäuredianhydrid, ausgedrückt durch die chemische Formel 20 (worin Y die gleiche Bedingung hat wie Y in der chemischen Formel 2).

Formel 20



Als spezifische Verbindungen des Tetracarbonsäuredianhydrids, ausgedrückt durch die chemische Formel 20, können die folgenden genannt werden:

Ethylentetracarbonsäuredianhydrid, 1,2,3,4-Butantetracarbonsäuredianhydrid, Cyclopentancarbonsäuredianhydrid, Pyromellithsäuredianhydrid, 3,3',4,4'-Benzophenontetracarbonsäuredianhydrid, 2,2',3,3'-Benzophenontetracarbonsäuredianhydrid, 3,3',4,4'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, 2,2',3,3'-Biphenyltetracarbonsäuredianhydrid, Bis(3,4-dicarboxyphenyl)etherdianhydrid, Bis(3,4-dicarboxyphenyl)sulfondianhydrid, 1,1-Bis(2'-p-dicarboxyphenyl)ethandianhydrid, Bis(2,3-dicarboxyphenyl)methandianhydrid, Bis(3,4-dicarboxyphenyl)methandianhydrid, 2,3,6,7-Naphthalintetracarbonsäuredianhydrid, 1,4,5,8-Naphthalintetracarbonsäuredianhydrid, 1,2,5,6-Naphthalintetracarbonsäuredianhydrid, 1,2,3,4-Benzoltetracarbonsäuredianhydrid, 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäuredianhydrid, 2,3,6,7-Anthracentetracarbonsäuredianhydrid, 1,2,7,8-Phenanthrentetracarbonsäuredianhydrid, 4,4'-(p-Phenylendioxy)diphthalsäuredianhydrid und 4,4'-(m-Phenylendioxy)diphthalsäuredianhydrid. Diese Tetracarbonsäuredianhydride können einzeln verwendet werden oder es können zwei oder mehr in Kombination verwendet werden.

Das erfindungsgemäß verwendete isolierende anorganische Material wird zugegeben, um die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur zuverlässig zu verbessern bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der isolierenden Eigenschaften der Harzzusammensetzung, deren Hauptkomponente ein wärmebeständiges Harz ist. Als bevorzugte isolierende anorganische Materialien können die folgenden genannt werden. Sie können in Form von zwei Verbindungen oder mehr in Kombination zugegeben werden oder es können solche verwendet werden, die einer Oberflächenbehandlung unterworfen worden sind.

Spezifische Beispiele für die erfindungsgemäß verwendeten isolierenden anorganischen Materialien sind Glasfaser, Calciumoxid, Ton, cyclinierter Ton, Siliciumdioxid, Glaskugeln, Aramidfasern, Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Calciumsilicat, Asbest, Natriumaluminat, Natriumaluminosilicat, Magnesiumsilicat, Aluminiumhydroxid, Calciumhydroxid, Bariumsulfat, Kaliumalaun, Natriumalaun, Eisenalaun, Shirasu-Kugeln, Glaskugeln, Zinkoxid, Zinkoxid-Whisker, Antimontrioxid, Borsäure, Borax, Zinkborat, Titanoxid, Titanoxid-Whisker, Glasperlen, Calciumcarbonat, Calciumcarbonat-Whisker, Zinkcarbonat, Hydrotalcit, Eisenoxid, Kaliumtitanat, Kaliumtitanat-Whisker, Aluminiumborat, Aluminiumborat-Whisker, Aluminiumoxid und Aluminiumnitrid.

Die oben angegebenen isolierenden anorganischen Materialien weisen, wenn sie in Faserform vorliegen, vorzugsweise einen Faserdurchmesser von etwa 0,1 bis 20 µm und eine Faserlänge von 20 bis 3000 µm auf. Wenn sie in Teilchenform vorliegen, werden vorteilhafte Ergebnisse erhalten durch Verwendung solcher mit einem Teilchendurchmesser von etwa 1 bis 100 µm. Beim Zumischen eines solchen isolierenden anorganischen Materials kann zur Abführung der Wärmeanreicherung aus dem Lager ein solches ausgewählt werden, das eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweist, wie Alu-

miniumoxid oder Aluminiumnitrid. Zur Verminderung der Stromstärke bei einer Wechselspannung kann außerdem ein Material mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante ausgewählt werden.

Der Gehalt an dem isolierenden anorganischen Material, das den isolierenden Film bildet, sollte 5 bis 50 Vol.-% betragen. Wenn der Gehalt weniger als 5 Vol.-% beträgt, ist es unmöglich, die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur in ausreichendem Maße zu verbessern. Wenn er über 50 Vol.-% beträgt, ist es unmöglich, die isolierenden Eigenschaften und die Leichtigkeit der Formgebung von PPS auszunutzen und es ist auch schwierig, das Spritzgießen durchzuführen wegen der Abnahme der Fließfähigkeit im geschmolzenen Zustand. 5

Das Verfahren zum Vermischen der Ausgangsmaterialien der erfindungsgemäßen Harzzusammensetzung unterliegt keiner spezifischen Beschränkung und es kann jedes übliche Verfahren angewendet werden. So können beispielsweise Harze als Hauptkomponenten und weitere Materialien nacheinander oder alle auf einmal unter Verwendung eines Mischers, beispielsweise eines Henschel-Mischers, einer Kugelmühle oder eines Trommel-Mischers, trocken miteinander vermischt werden und dann kann die Mischung einer Spritzgießvorrichtung oder einer Schmelzextrusions-Vorrichtung zugeführt werden, die gute Schmelzmisch-Eigenschaften aufweist, oder sie können vorher in der Schmelze miteinander gemischt werden durch Verwendung einer Heizwalze, eines Kneters, eines Banbury-Mischers oder eines Schmelzextruders. Außerdem können, nachdem das PPS und das PAI vorher in der Schmelze miteinander gemischt worden sind, weitere Komponenten zugegeben werden und das Schmelzmischen kann fortgesetzt werden. 10 15

Zum Formen der erfindungsgemäßen Harzzusammensetzung ist es außerdem im Hinblick auf die Herstellungsaubeute bevorzugt, das Spritzgießen anzuwenden. Es kann auch jedes andere bekannte Formgebungsverfahren angewendet werden. Das heißt, es kann ein allgemein bekanntes Syntheseharz-Formgebungsverfahren, beispielsweise das Formpressen oder das Extrusionsformen angewendet werden. Nachdem die Zusammensetzung in der Schmelze gemischt worden ist, kann sie unter Verwendung einer Strahlmühle oder eines Einfrier-Pulverisators pulverisiert werden, um sie bis zu dem gewünschten Teilchendurchmesser zu klassieren. Es kann auch ohne ein Klassieren ein fluidisiertes Tauchbeschichten oder ein elektrostatisches Pulverbeschichten durchgeführt werden. Zum Dispergieren des erhaltenen Pulvers in einem Lösungsmittel kann auch das Sprühbeschichten oder Tauchbeschichten angewendet werden. 20 25

Beispiele

Die in den Beispielen und Vergleichsbeispielen verwendeten Ausgangsmaterialien sind folgende. Die in Klammern angegebenen Ziffern stimmen mit den in den folgenden Tabellen verwendeten Ziffern überein und die Gehalte der Komponenten sind alle in Vol.-% angegeben. 30

(1) Polyamid-imid-Harz [PAI①]

Ein Polyamid-imid-Harz wurde hergestellt durch Polymerisieren in N-Methylpyrrolidon von 18 Mol-% Trimellithsäureanhydrid, 32 Mol-% Isophthalsäure, 50 Mol-% 2,4-Tolylendiisocyanat als Ausgangsmaterialien, wobei man zuerst ein Amidieren und dann ein Imidieren durchführte. 35

(2) Polyamid-imid-Harz [PAI②]

Ein Polyamid-imid-Harz, hergestellt durch Polymerisieren von 50 Mol-% Trimellithsäureanhydrid und 50 Mol-% 2,4-Tolylendiisocyanat als Ausgangsmaterialien, wurde hergestellt zuerst durch Amidieren und dann durch Imidieren. 40

(3) Polyphenylensulfid-Harz [PPS①]

Ein solches vom semi-linearen Typ PPS T2 der Firma TOHPREN 45

(4) Polyphenylensulfid-Harz [PPS②]

Ein solches vom linearen Typ PPS LR-03 hergestellt von der Firma TOHPREN 50

(5) Polyphenylensulfid-Harz [PPS③]

T4AG, hergestellt von der Firma TOHPREN

(6) Glasfasern [GF]

Zerhackter Strang 03MA497, hergestellt von der Firma ASAHI Fiber Glass 55

(7) Glasperlen [GB]

EGB731APN, hergestellt von der Firma TOSHIBA BALOTINI 60

(8) Aluminiumnitrid-Pulver [AIN]

AIN-7, hergestellt von der Firma KYORITSU YOGYO 65

Wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, waren die Beispiele zylindrische Wälzlager (Außendurchmesser 170 mm, Innendurchmesser 95 mm, Breite 32 mm), die einen inneren Ring 1 und einen äußeren Ring 2 eines Lagers vom Standard-Typ aufwiesen.

Es wurden Umfangsrillen 3 hergestellt durch Bearbeiten der Oberfläche des äußeren Rings 3 aus NU214 und ein isolierender Film 4 mit einer gleichmäßigen Dicke (1 mm) wurde auf der Oberfläche mit den darin erzeugten Rillen 3 gebildet. Die isolierenden Filme 4 wurden hergestellt durch gleichzeitiges Mischen der in der Tabelle 1 angegebenen Materialien und Spritzgießen der Mischung.

Wie in der Fig. 2 dargestellt, wies der isolierende Film 4, bei dem es sich um ein ringförmiges geformtes Element handelte, auf seiner inneren Oberfläche Rippen 5 auf, die in die Umfangsrillen 3 des äußeren Rings 3 eingepasst werden können, und es wies ringförmige Rippen 5' auf, die in die Umfangsrillen 3' des äußeren Rings 2 eingepasst werden können. Durch Zusammensetzen ist es möglich, eine Verschiebung der isolierenden Filme 4 zu verhindern.

Zur Herstellung des isolierenden Films 4 und der nachstehend beschriebenen Teststücke zur Bestimmung der bleibenden Druckverformung wurden die Ausgangsmaterialien in den in der Tabelle 1 angegebenen Mengen (Vol.-%) in einem Henschel-Mischer miteinander gemischt. Die Mischung wurde in einen Doppelschnecken-Schmelzextruder eingeführt bei einer Zylinder-Temperatur von 280–340°C und einer Anzahl der Umdrehungen von 100 UpM extrudiert, um sie zu pelletisieren, und die erhaltenen Pellets wurden bei einer Harztemperatur von 280–340°C, einem Spritzdruck von 800 kgf/cm² und einer Formtemperatur von 140°C spritzgegossen. Unter Verwendung des isolierenden Films wurde das in Fig. 1 dargestellte Lager hergestellt und es wurden die nachstehend beschriebenen Tests durchgeführt.

Test zur Messung der bleibenden Druckverformung

Als Teststücke zur Messung der bleibenden Druckverformung wurden JISI-Dummbells spritzgegossen und es wurden 4 mm² große kubische Teststücke durch Ausschneiden ausgeschnitten. Zwei einander gegenüberliegende Oberflächen parallel zur Fließrichtung des Harzes während des Spritzgießens wurden zwischen zwei flachen Platten-Lehren aus rostfreiem Stahl eingeklemmt und durch Anlegen eines Druckes von 20 MPa an die Teststücke unter Druck gesetzt. In diesem Zustand wurden sie auf 120°C erhitzt und nachdem sie 24 h lang stehen gelassen worden waren, wurden sie auf Normaltemperatur abgekühlt und der Druck wurde entspannt. Unmittelbar nach der Druckentspannung wurde die Dicke (B, mm) des Teststückes in der Druckbeaufschlagungsrichtung gemessen und es wurde die dauerhafte Druckverformung auch aus der Dicke (A, mm) vor dem Test auf der Basis der folgenden Formel bestimmt:

$$\text{dauerhafte Druckverformung (\%)} = (A-B)/A \times 100$$

Kriechfestigkeit (Änderung des Außendurchmessers) von Lagern unter Hochtemperaturbedingungen

Die Änderung (in µm) des Außendurchmessers wurde gemessen, nachdem die Lager (100°C) der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform mit einem Übermaß (Interferenz) von 0,3 mm 100 h lang bei 100°C stehen gelassen und auf Normaltemperatur zurückgeführt worden waren. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 1 angegeben.

Vergleichsbeispiele 1 bis 4

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Lager wurden auf genau die gleiche Weise wie in den Beispielen hergestellt, jedoch mit der Ausnahme, dass die isolierenden Filme mit den in der Tabelle 2 angegebenen Zusammensetzungen hergestellt wurden, und es wurden die bleibende Druckverformung und die Kriechfestigkeit unter den gleichen Bedingungen wie in den Beispielen gemessen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 angegeben.

Wie aus den Ergebnissen der Tabellen 1 und 2 hervorgeht, zeigt sich, dass für die Vergleichsbeispiele 1 bis 4, in denen ein isolierender Film aus einem Harz verwendet wurde, dessen bleibende Druckverformung 2% überstieg, wenn ein Druck von 20 MPa 24 h bei 120°C angelegt wurde, das Übermaß (die Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit zunahm, während der sie bei einer hohen Temperatur gehalten wurden. Dies zeigt, dass sie isolierende Filme aufweisen, die eine unzureichende Kriechfestigkeit aufweisen.

Dagegen waren die Beispiele 1 bis 4, die den vorgegebenen Bedingungen der bleibenden Druckverformung genügten, eindeutig verbessert in Bezug auf die Spritzgießbarkeit und nach 100 h waren sie den Vergleichsbeispielen überlegen in Bezug auf die Kriechfestigkeit.

Beispiele 5 bis 9

Es wurden isolierende Filme 4 hergestellt durch Zugabe der Ausgangsmaterialien in den in der Tabelle 3 angegebenen Mengen (Vol.-%) und Vermischen derselben in einem Henschel-Mischer, Einführen der Mischung in einen Doppelschnecken-Schmelzextruder, Extrudieren derselben unter Schmelz/Mischbedingungen (Zylinder-Temperatur: 280–340°C und Anzahl der Umdrehungen: 100 UpM), um sie zu pelletisieren, und Spritzgießen der erhaltenen Pellets bei einer Harztemperatur von 280 bis 350°C, einem Spritzdruck von 800 kgf/cm² und einer Formtemperatur von 100 bis 160°C. Zur Erleichterung der Spritzgießens wurden die Ergebnisse in zwei Stufen bewertet und sie sind in der Tabelle unter Verwendung der Symbole O für gut und X für nicht gut angegeben.

Zur Bewertung der Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur wurden die in Fig. 1 dargestellten Lager hergestellt unter Verwendung von isolierenden Filmen und die Lager Übermaß (Interferenz) bei 120°C: 0,3 mm) wurden 3000 h bei 120°C stehen gelassen, um die Änderungen des Zwischenraums mit dem Ablauf der Zeit zu messen. Die Ergebnisse sind in der Fig. 3 dargestellt.

Die in der Fig. 1 dargestellten Lager wurden auf genau die gleiche Weise wie in den Beispielen hergestellt, jedoch mit der Ausnahme, dass die isolierenden Filme mit den in der Tabelle 4 angegebenen Zusammensetzungen hergestellt wurden, und die Formbarkeit wurde unter den gleichen Bedingungen wie in den Beispielen geprüft. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 angegeben. Für die Vergleichsbeispiele 6, 9 und 11 war die Fließfähigkeit während des Schmelzens so schlecht, dass es unmöglich war, isolierende Schichten herzustellen.

Für das Vergleichsbeispiel 5 wurde die Änderung des Übermaßes (Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit unter genau den gleichen Bedingungen wie in dem Bewertungsverfahren der Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur in den Beispielen gemessen und die Ergebnisse sind in dem Diagramm der Fig. 3 dargestellt.

Wie aus den Tabellen 3 und 4 und der Fig. 3 hervorgeht, nahm für das Vergleichsbeispiel 5, bei dem ein isolierender Film aus einer Harzzusammensetzung, die kein PAI enthielt, verwendet wurde, mit dem Ablauf der Zeit, während der es bei hoher Temperatur stehen gelassen wurde, das Übermaß deutlich ab und die Kriechfestigkeit war unzureichend. Auch waren für die Vergleichsbeispiele 5 bis 11, in denen die Gehalte an PPS, PAI und isolierenden anorganischen Materialien außerhalb der vorgegebenen Bereiche lagen, weder die Spritzgießbarkeit noch die Kriechfestigkeit zufriedenstellend.

Dagegen waren die Beispiele 5 bis 9, in denen die vorgegebenen Gehalte vorlagen, eindeutig vorteilhaft insofern, als die Spritzgießbarkeit gut war und nach 3000 h waren sie in Bezug auf die Kriechfestigkeit den Vergleichsbeispielen überlegen.

Wie vorstehend angegeben, war bei dem gegen Elektropitting beständigen Wälzlager, das mit einem isolierenden Film aus einem Harz versehen war, dessen bleibende Druckverformung 2% oder weniger betrug, wenn ein Druck von 20 MPa 24 h lang bei 120°C angelegt wurde, die Kriechfestigkeit des isolierenden Films, der auf die Oberfläche des Lagerrings aufgebracht worden war, gut und das Übermaß (Interferenz) war über eine lange Zeitspanne selbst bei einer hohen Temperatur und Hochlast-Bedingungen stabil. Auf diese Weise wurde ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager erhalten, das glatt rotierte.

Bei einem gegen Elektropitting beständigen Wälzlager, bei dem der isolierende Film aus einer Harzzusammensetzung hergestellt wurde, der PPS und ein Polyamid-imid-Harz zugesetzt worden waren, wurde der isolierende Film auch dann nicht durch Kriechen verformt, wenn er bei einer hohen Temperatur für eine lange Zeitspanne einer Lagerbelastung unterworfen wurde. Es wurde ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager erhalten, bei dem das Übermaß (die Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit unter diesen Gebrauchs-Bedingungen stabil war.

Das Wälzlager mit einem isolierenden Film, der aus einer Harzzusammensetzung hergestellt wurde, dem ein Polyamid-imid-Harz in einer vorgegebenen Menge zugesetzt worden war, wies eine Spritzgießformbarkeit im geschmolzenen Zustand und eine leichte Formgebung auf.

Ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das einen isolierenden Film aus einer Harzzusammensetzung aufweist, der 5 bis 50 Vol-% isolierende anorganische Materialien neben den oben genannten Materialien zugesetzt worden sind, ist in Bezug auf die Kriechfestigkeit bei hoher Temperatur extrem verbessert. Man erhält somit ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, bei dem das Übermaß (die Interferenz) mit dem Ablauf der Zeit extrem stabil ist.

Ein gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das diese Vorteile aufweist, kann zusammen mit einem Mechanismus zur Übertragung der Rotationskraft eines Motors eines Elektroschienenfahrzeugs, insbesondere als Lager für die Unterstützung einer Rotationswelle eines Hauptmotors einer Elektrolokomotive verwendet werden, das über einen langen Zeitraum insbesondere unter solchen Bedingungen eingesetzt wird, bei denen die Neigung zum Auftreten eines Elektropitting besteht und bei denen eine große Belastung angewendet wird.

Tabelle 1

	Beispiele			
	1	2	3	4
(1) PAI ①	-	-	-	30
(3) PPS ①	65	-	-	-
(4) PPS ②	-	50	60	45
(6) GF	35	25	20	25
(7) GB	-	25	-	-
(8) Aluminiumnitrid	-	-	20	-
bleibende Druckverformung (%)	2	1,7	1,7	1,3
* Kriechfestigkeit (µm)	3	2	2	0

* Kriechfestigkeit ist die Änderung des Außendurchmessers

Tabelle 2

	Vergleichsbeispiele			
	1	2	3	4
(1) PAI ①	-	-	-	35
(3) PPS ①	80	75	70	-
(4) PPS ②	-	-	-	55
(6) GF	20	25	25	10
(7) GB	-	-	5	-
(8) Aluminiumnitrid	-	-	-	-
bleibende Druckverformung (%)	3,5	2,6	2,4	2,2
* Kriechfestigkeit (μm)	18	14	10	10

* Kriechfestigkeit ist die Änderung des Außendurchmessers

Tabelle 3

	Beispiele				
	5	6	7	8	9
(2) PAI ②	-	-	30	-	-
(1) PAI ①	10	30	-	45	30
(5) PPS ①	75	45	45	30	40
(6) GF	15	25	25	25	30
Formbarkeit	O	O	O	O	O
Kriechfestigkeit	O	O	O	O	O

Tabelle 4

	Vergleichsbeispiele						
	5	6	7	8	9	10	11
(2) PAI ②	-	60	-	-	-	-	-
(1) PAI ①	-	-	-	3	70	12	5
(5) PPS ①	75	25	85	82	15	75	40
(6) GF	25	15	15	15	15	3	55
Formbarkeit	O	X	O	O	X	O	X
Kriechfestigkeit	-	O	X	X	O	X	O

1. Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das Lagerringe (Tragringe) aufweist und einen isolierenden Film auf der Oberfläche des genannten Lagerrings aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Isolierfilm ein Harz mit einer bleibenden Druckverformung von 2% oder weniger unter Erwärmungs/Druckbeaufschlagungs-Bedingungen umfasst, bei denen ein Druck von 20 MPa 24 h lang bei 120°C angelegt wird. 5
2. Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das Lagerringe (Tragringe) aufweist und einen isolierenden Film auf der Oberfläche des genannten Lagerrings aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Isolierfilm aus einer Harzzusammensetzung hergestellt ist, die 30 bis 80 Vol.-% eines Polyphenylensulfid-Harzes und 5 bis 65 Vol.-% eines Polyamid-imid-Harzes enthält. 10
3. Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager, das Lagerringe (Tragringe) aufweist und einen isolierenden Film auf der Oberfläche des genannten Lagerrings aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Isolierfilm aus einer Harzzusammensetzung hergestellt ist, die 30 bis 80 Vol.-% eines Polyphenylensulfid-Harzes, 5 bis 65 Vol.-% eines Polyamid-imid-Harzes und 5 bis 50 Vol.-% isolierende anorganische Materialien enthält.
4. Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin die genannten Lagerringe (Tragringe) einen äußeren Ring und einen inneren Ring aufweisen, wobei der genannte Isolierfilm so aufgebracht ist, dass er eine äußere Umfangsoberfläche des genannten äußeren Ringes und/oder eine innere Umfangsoberfläche des genannten inneren Ringes sowie die Seitenflächen mindestens eines der genannten inneren und äußeren Ringe bedeckt. 15
5. Gegen Elektropitting beständiges Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das in einem Motor eines Elektroschienenfahrzeugs oder in seinem Drehkraftübertragungs-Mechanismus verwendet wird. 20

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

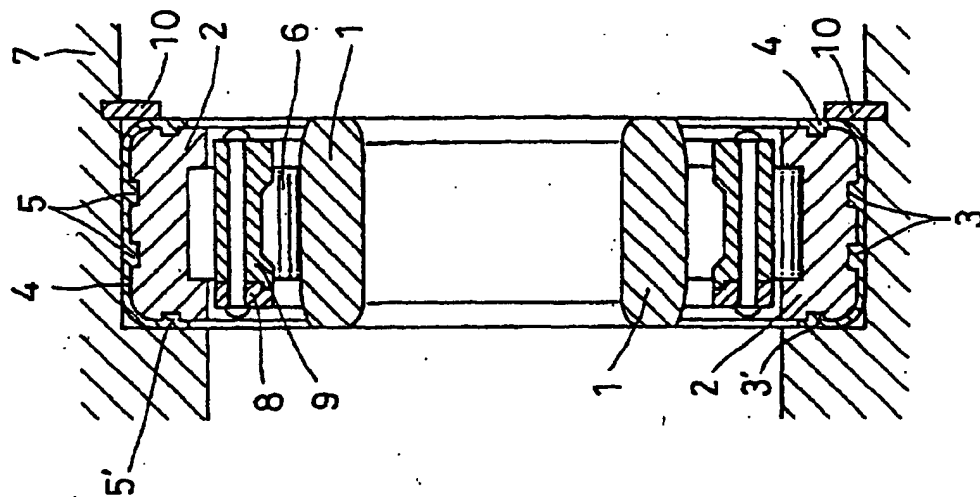


FIG. 2

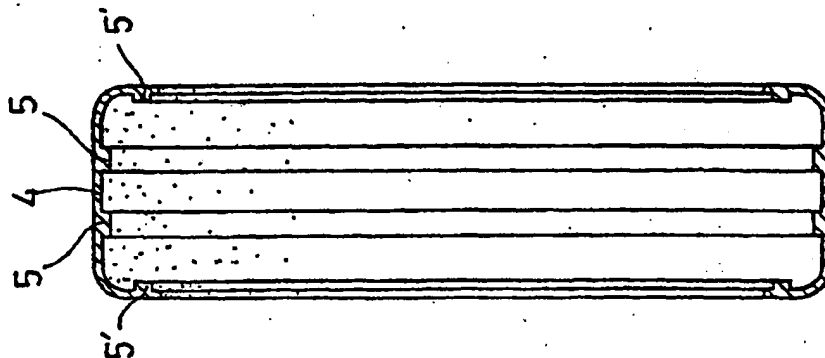


FIG. 3

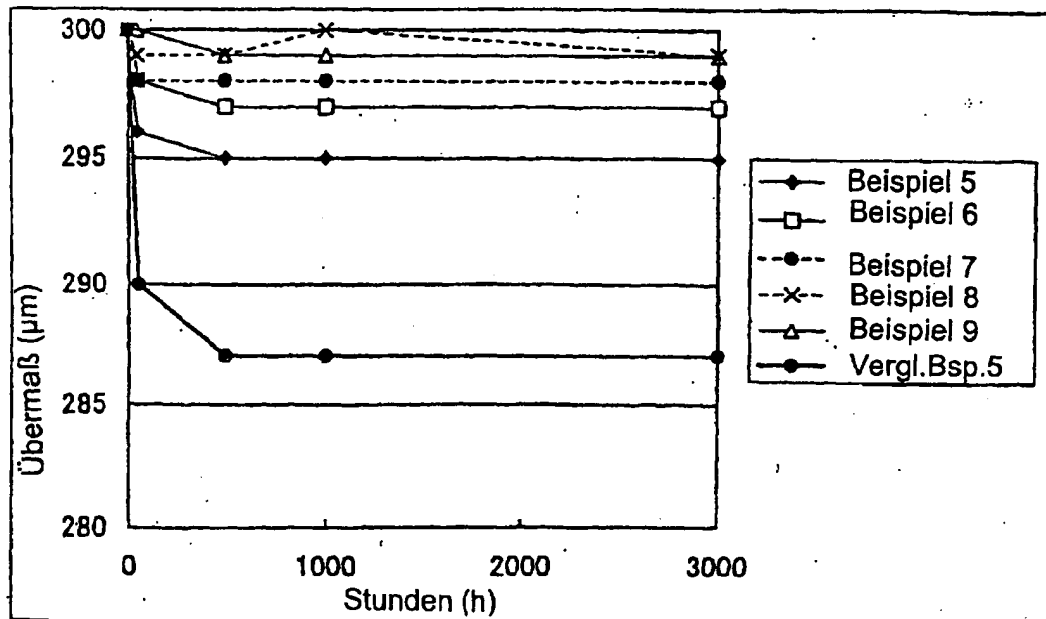


FIG. 4

